

# NOTAS SOBRE PATOLOGÍA POR DILATACIÓN POTENCIAL DEL LADRILLO CERÁMICO EN PARAMENTOS DE FÁBRICA

Domingo Pellicer Daviña

*Desde hace ya unos años se vienen produciendo fenómenos patológicos en edificios que presentan fábricas de ladrillo, ya sea en calidad de muros activos, ya como meros paramentos no resistentes, pero cuyas reiteradas concomitancias permiten sospechar un origen común, conocido como dilatación o expansión potencial del ladrillo cerámico. Resulta conveniente, pues, describir tales efectos patológicos con objeto de caracterizarlos; y, también, exponer los argumentos que inducen a atribuirlos precisamente a la dilatación potencial como primera causa, y no a otros motivos.*

*El objeto final, naturalmente, pasa por proponer soluciones para intervenir sobre las manifestaciones patológicas (en caso de que éstas se hayan producido ya) o por recomendar soluciones para prevenir aquéllas cuando se sospeche que el ladrillo a emplear pueda ser susceptible de dilatación potencial.*

## ANTECEDENTES

### Generalidades

El autor se ha interesado desde hace ya algún tiempo por este fenómeno propio de los materiales cerámicos, a raíz de un proceso patológico que tuvo lugar, de modo más acusado en Cataluña, durante la década de los 70 y que afectaba a las bovedillas cerámicas cuyos tabiquillos centrales se partían, desprendiéndose la zona inferior de aquéllas. Además, ha tenido ocasión de asistir a un proceso similar en un local de Pamplona (fig. 1).

También la dilatación potencial de la cerámica podría resultar una explicación plausible para alguno de los numerosos desprendimientos de azulejos y baldosas con galleta cerámica que se vienen produciendo, y en cuyos alojamientos originales resulta imposible reponer las mismas piezas cuando no han resultado dañadas, pues da la impresión de que se hubiesen encogido.

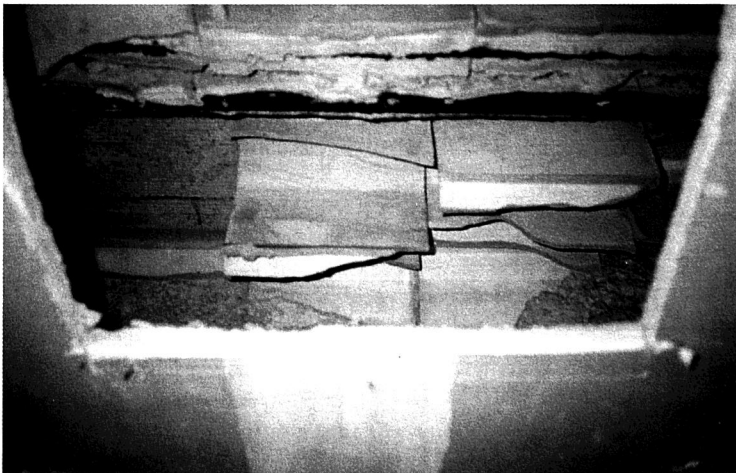


Fig. 1. Rotura de bloques cerámicos por dilatación potencial

La bibliografía sobre el tema es poco abundante y, desde luego, es cuestión ignorada en la mayor parte de los tratados de construcción e incluso en los libros sobre fábrica de ladrillo. Una interesante referencia se encuentra en el libro *Savoir Bâtir*, de Gerard Blachère<sup>1</sup>, director del C.S.T.B.T.P. de París<sup>2</sup>, centro conocido por la seriedad de sus trabajos de investigación así como por el pragmatismo de sus líneas de investigación, siempre orientadas a la práctica.

Hemos tenido ocasión de detectar algunos casos que guardan relación con el fenómeno, aunque raras veces pueden atribuirse a éste como causa única, habida cuenta que la concurrencia de varias causas es un axioma en la práctica pericial.

De cualquier modo hemos podido constatar que la dilatación potencial es desde luego una de las causas de los deterioros observados en varios edificios sometidos a informe técnico, alguna de cuyas imágenes se acompaña en este estudio.

La legislación vigente guarda silencio sobre el particular. Ni en la Norma NBE FL-90, 'Muros resistentes de fábrica de ladrillo' ni en el 'Pliego General de Condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las Obras de Construcción' (RL-88) ni en las normas UNE<sup>3</sup> citadas en dicho Pliego, se hace referencia a la dilatación potencial de la cerámica. Sí se refiere la NBE FL-90 en su tabla 5.4 a la deformabilidad de las fábricas de ladrillo, pero sólo en relación con la acomodación vertical de aquéllas debido a la carga gravitatoria; en ningún caso se habla de deformabilidad en el sentido horizontal. En el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura de 1960<sup>4</sup> se hace explícita referencia a la dilatación potencial en uno de los apartados del capítulo IV, 'Albañilería, recubrimiento y cantería'. Dice así: "Dilatación potencial de una clase de ladrillo es una medida de su capacidad de aumento de volumen por efecto de la humedad, obtenida en el ensayo definido en la norma UNE". Sin embargo, no especifica cuál puede ser esta norma, probablemente porque en el momento de redactarse el Pliego, sólo estaba en proyecto.



El profesor D. Javier Lahuerta Vargas, miembro de la Comisión redactora de la vigente NBE FL-90 propuso en consonancia con lo anterior, una exigencia respecto a la dilatación potencial admisible para incluir en esa norma; y junto con alguna propuesta de redacción de Norma UNE. El Pleno de la Comisión -el grupo 136-, rechazó la propuesta. Ésta es la explicación más plausible del silencio normativo. Ahora mismo se dispone de una Norma UNE, la 67.036/99<sup>5</sup>, 'Productos cerámicos de arcilla cocida: Ensayo de expansión por humedad' que, por fortuna, ha substituido a la UNE 67.036/94 EX, del mismo nombre, que ha estado vigente durante el período en que se ha apreciado de modo práctico el problema en las fábricas de ladrillo cara vista, es decir, desde 1990 hasta el momento actual.

### Descripción del fenómeno

En el citado libro del profesor Blachère, el autor explica así el fenómeno de dilatación potencial o expansión por humedad, como lo vemos llamado en la norma:

"Los materiales cerámicos, por su modo de fabricación, quedan secos por completo a la salida del horno y se hinchán, por tanto, desde el momento en que se les expone al aire ambiente, en el que experimentan la acción del agua, vapor o líquida.

A lo largo de la cochura, los materiales arcillosos de base se han deshidratado y, después, liberadas las sílices y la alúmina, han reaccionado entre sí y con los álcalis y otros componentes para dar nuevos compuestos.

La absorción de agua por estos compuestos provoca un entumecimiento, por cierto bastante débil, que es reversible por caldeo a temperatura inferior a 100°C o, más lentamente, por exposición a una atmósfera más seca. El orden de magnitud de estas tumideces y retracciones reversibles permanece, en general, inferior, para los estados extremos (inmersión en agua y desecación a 60°C, por ejemplo), a algunas décimas de mm/m (0,12 a 0,15 mm/m como máximo para productos corrientes, es decir, una variación relativa de 12 a 15 x 10<sup>-5</sup>).

Obsérvese que, sin embargo, son dignos de consideración por el hecho de la mediocre capacidad de deformación del material, es decir, de su módulo de elasticidad relativamente alto<sup>6</sup> de las rápidas elevaciones de las tensiones que pueden originar, en el supuesto, más o menos sancionado por la realidad, de materiales privados de libertad de variación dimensional.

Observaciones efectuadas sobre estos materiales, desde hace algunos años, demuestran, además, que interviene otro fenómeno, según dijimos: es una tumidez irreversible muy lenta, pero susceptible, a largo plazo, de alcanzar valores mucho más importantes que los precedentes entumecimientos reversibles. Esta tumidez puede ser anulada por recocido a 600°C como mínimo. Es difícil explicarla por proceso físico y todo lleva a creer que se debe a una reacción de combinación del agua<sup>7</sup> con algunos elementos del producto cocido, sílice y silicatos amorfos.

En el estado actual de los estudios, parece que la velocidad de evolución y la amplitud final de esta tumidez dependen, en primer término, de la composición química de la arcilla de origen, de la temperatura de cochura y quizá, en menor grado, de la atmósfera y del proceso del horno; estas magnitudes, al contrario, están poco o nada influidas por el procedimiento de preparación de la arcilla (amasado, extrusión, desecado).

En fin, la evolución del fenómeno parece que no viene notablemente acelerada, a temperatura normal, por la acción intermitente del agua líquida (lluvia).

Esta evolución, algo rápida las primeras semanas, se hace más lenta al cabo de un período de tres a seis meses; pero todavía es sensible pasados tres años (máximo del orden de 0,003 mm cada seis meses) y podría llevar a tumideces finales que van desde cantidades despreciables a 1 y hasta 3 mm a una variación relativa de 100 x 10<sup>-5</sup> y más<sup>8</sup>.

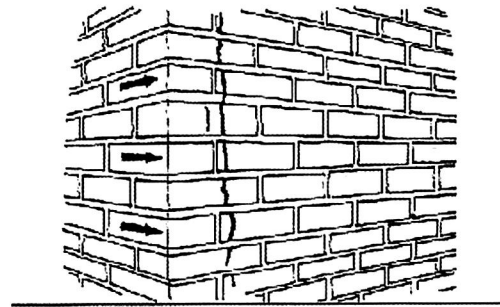


Fig. 2. Las hendiduras son limpias, verticales y cruzan el canto de cada ladrillo. Pueden manifestarse o no en los tendeles, pero tienden a proseguir con marcada tendencia vertical en las demás hiladas

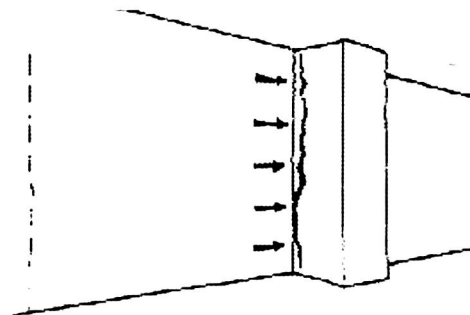


Fig. 3. Las fisuras o grietas pueden darse en paños largos o cortos; pero en este último caso, el paño corto está ligado siempre a un paño largo y su entrega en éste es rígida

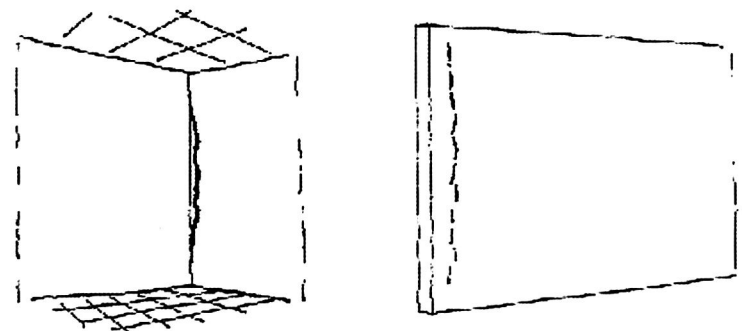


Fig. 4. Las fisuras o grietas se producen de preferencia en la proximidad de las aristas, en caso de que haya paños trabados en ángulo o en el extremo del paño, si éste es largo y tiene alguno de ellos libre

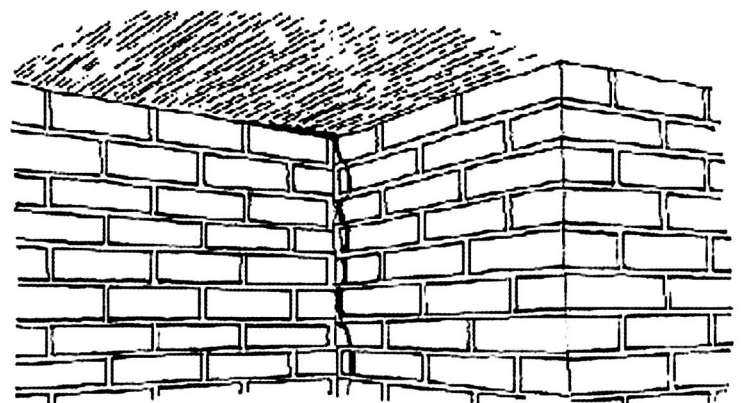


Fig. 5. La hendidura vertical de un paño puede continuar en dirección horizontal, en caso de que aquél se encuentre con un revestimiento continuo en el techo. En tal caso, se produce precisamente en la arista entre ambos elementos



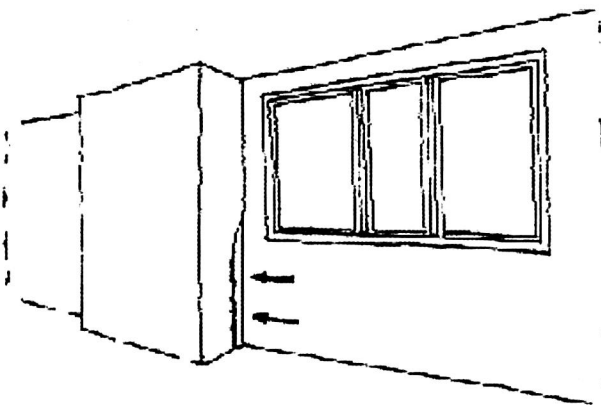


Fig. 6. El brusco cambio de longitud del paño afectado, lleva a la desaparición de la hendidura en la zona más corta

### La normativa específica

Existían diferencias radicales, tanto en el propio enfoque como en el modo de operar, entre la citada propuesta de comprobación de la expansión o dilatación potencial del ladrillo cerámico del Dr. Lahuerta y el de la norma UNE 67.036 EX/94, "Productos cerámicos de arcilla cocida: Ensayo de expansión por humedad".

En lo tocante al enfoque, obsérvese que en el nombre de la norma se contiene un objeto, 'expansión por humedad', distinto del objeto previsto por el Dr. Lahuerta: 'Dilatación potencial'.

La cuestión no es baladí y ello queda de manifiesto en la diferencia en el modo de operar. Mientras en esta segunda se establecía la dilatación potencial entre una medida inicial de las probetas conservadas en condiciones normales y una final, tras haber sometido a la probeta a una nueva cocción a 600°C y a un paso por el autoclave, en la segunda se adoptaba como medida inicial la procedente de las probetas ya cocidas a 600°C y la final, la que se obtiene tras inmersión de las probetas en agua hirviendo.

Cabe llamar la atención sobre esa diferencia, puesto que si, como mantiene el profesor Blachère en el texto antes transcrito, es posible anular el fenómeno precisamente por cocción a dicha temperatura, el resultado de los ensayos oficiales estaría limitado a una medida de expansión por humedad, valor intrascendente desde un punto de vista práctico pues podría suceder en algún caso que la muestra careciese de dilatación potencial.

En su momento, el autor consideraba muy conveniente intervenir de modo activo en la comprobación experimental de uno u otro modo de proceder, a riesgo de tener que soportar las consecuencias de un ensayo inoperante. Por fortuna, el texto de la actual redacción ha corregido en tal sentido a la anterior -aunque sigue manteniendo como subtítulo el de 'ensayo de expansión por humedad'- de modo que ahora, la metodología del ensayo ha pasado a ser la siguiente:

- Se procede a la medición de longitud de las probetas, obteniendo el valor de  $L_0$ .
- Se calienta la muestra en una estufa a  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  durante 48 horas y se deja enfriar hasta temperatura ambiente, pero en un desecador, para que no pueda humedecerse.
- Vuelven a medirse las probetas, obteniendo esta vez el valor de  $L_1$ .
- Se cuecen en horno a 600°C y vuelven a llevarse a temperatura ambiente en desecador, midiéndose nuevamente, para obtener el valor  $L_2$ .

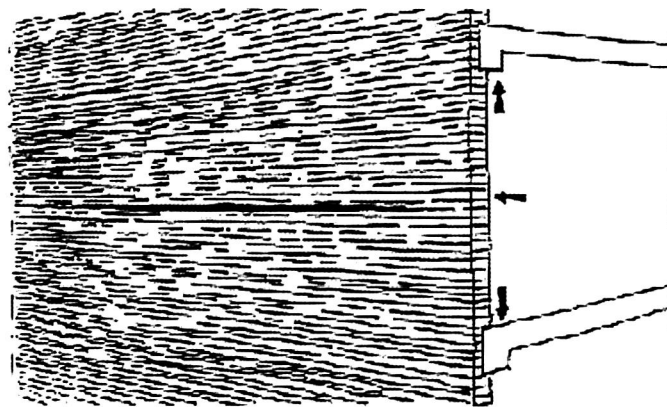


Fig. 7. La expansión potencial puede manifestarse también en forma de compresión vertical, agravándose cuando la fábrica es esbelta

e) Se fuerza la absorción de agua mediante su introducción en agua hirviendo durante 24 horas. (Lo que el Dr. Lahuerta hacía en su propuesta mediante la introducción en autoclave, cuya potencialidad, no obstante, sigue siendo mayor que la de la mera introducción en agua hirviendo). Vuelven a medirse las probetas, obteniendo el valor  $L_3$ .

Una vez llevado a cabo el ensayo, la UNE 67.036/99 plantea como expresión de los resultados, dos valores: uno, a semejanza de la anterior, el de la 'expansión por humedad', de la forma:

$$A \text{ (Expansión por humedad, en mm/m)} = 1000 \times (L_3 - L_2) / L_0$$

Y otro, el de 'Expansión potencial', que adopta la expresión

$$B \text{ (Expansión potencial, en mm/m)} = 1000 \times (L_3 - L_1) / L_0$$

Obsérvese que en ambos casos el denominador es precisamente  $L_0$ , es decir, la longitud inicial de las probetas, antes de la cocción; el factor cuya ausencia causaba distorsión tras la aplicación de la UNE 67.036 EX/94.

Cabe llamar la atención sobre el tipo de probetas que para el ensayo se plantea en cualquiera de las tres redacciones consideradas: se trata siempre de paralelepípedos rectos rectangulares con una dimensión notablemente superior a las otras dos y superior a los 160 mm.

Ciertamente se facilita el ensayo al llevarlo a cabo en una dirección, la de saga del ladrillo; pero ello no significa que el fenómeno no pueda manifestarse en las otras dos direcciones, pues no debe descartarse la influencia del sentido de la extrusión. De hecho, como sabemos, la expansión puede manifestarse también en la dirección del tizón e incluso en la del canto, pues no se trata de un fenómeno lineal, sino volumétrico.

El siguiente paso que todos esperamos es la consideración de la exigencia de cumplimiento de límites para la expansión o dilatación potencial en los ladrillos cerámicos en una redacción actualizada del Pliego General de Condiciones para la Recepción de Ladrillos Cerámicos en las Obras de Construcción pues, como todo el mundo sabe, este documento es de obligado cumplimiento y en cambio una Norma UNE no lo es.

Hasta que ello suceda, será conveniente exigir la comprobación de las condiciones de expansión potencial del ladrillo mediante la introducción de la cláusula correspondiente en el Pliego de Prescripciones Particulares de los Proyectos.



## DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

Las principales manifestaciones apreciadas hasta ahora consisten en grietas y fisuras en fábricas aparejadas de ladrillo cerámico perforado o macizo que constituyen paramentos por lo general no resistentes y a cara vista.

Se trata siempre de hendiduras más o menos limpias, verticales y que atraviesan todo el canto de cada ladrillo.

Pueden manifestarse o no en los tendeles, pero tienden a proseguir con marcada tendencia vertical en el resto de las hiladas (fig. 2).

Se manifiestan indistintamente en paños largos o cortos; pero en este último caso, el paño corto está ligado siempre a un paño largo y su entrega en éste es rígida (fig. 3).

Tienden a producirse en la proximidad de las aristas, en caso de que haya paños trabados en ángulo, o en los extremos de los paños si éstos tienen alguno de ellos libre (fig. 4).

La hendidura vertical de un paño puede continuar en dirección horizontal, en caso de que aquél se encuentre con un revestimiento continuo en el techo. En tal caso, se produce precisamente en la arista entre ambos elementos. No se ha apreciado el mismo fenómeno en el encuentro del paño con el material de solado (fig. 5).

Cuando un paño cambia bruscamente de longitud, -por ejemplo, a causa de la presencia de una ventana- la hendidura desaparece frente a la zona más corta (fig. 6).

La aparición de hendiduras es más frecuente en paños que se vean sometidos a un soleamiento directo, pues se suman en ellos las deformaciones de origen térmico y en su caso las de los aislamientos, si éstos están adheridos por su cara interior; pero ello no significa que no puedan producirse también en paños protegidos de la acción solar.

Todo lo anterior, en lo tocante a la habitual patología causada por tensiones horizontales en las hiladas de las fábricas. Pero también se considera probable que se pueda producir el pandeo de una fábrica muy esbelta sometida a una compresión inesperada, debido a la expansión potencial en la dirección de los cantos de las piezas cerámicas unida a las deformaciones mecánicas diferidas (fig. 7).

Dicha compresión es causada también por un fenómeno de expansión del ladrillo cerámico difícilmente detectable durante la construcción de los edificios; sólo a posteriori, ya advertida la patología, queda en evidencia el defecto del material. En algún caso concreto, la compresión de la fábrica por este motivo ha llegado a estimarse en unos 90 kp/cm<sup>2</sup> (figs. 8 y 9).

## JUSTIFICACIÓN DE LOS FENÓMENOS PATOLÓGICOS

La fisuración o agrietamiento de las fábricas por causa de la dilatación potencial de los ladrillos cerámicos se produce cuando aquélla hace aumentar la longitud de los paños.

Este aumento de longitud puede ocasionar la rotura por aplastamiento del ladrillo si el mortero es demasiado rígido y no le permite esa dilatación al conjunto de la fábrica. En este caso, la rotura se produce por agotamiento de la capacidad resistente a compresión del ladrillo y presenta labios más irregulares, con pérdida de materia. Es poco frecuente.

Pero el aumento de longitud de un paño largo puede no manifestarse en éste, si está trabado a otro más corto, formando ángulo recto con él: en tal caso, el desplazamiento debido a la dilatación se producirá flectando al segundo paño y causando en él una tracción y, en su caso, un esfuerzo cortante.



Fig. 8. Lesiones de la fachada oeste. Obsérvese la mayor apertura en el borde libre que en el arriostrado

Dado que la resistencia a tracción de la cerámica es muy inferior a la que tiene a compresión, este tipo de grieta o fisura se caracterizará porque sus labios son más limpios y no se aprecia en ellos pérdida de materia.

Es también condición necesaria para que tenga lugar la fisuración o agrietamiento, que el mortero de la fábrica sea rico: si no lo fuese, la fractura se produciría por las llagas y podría resultar inapreciable.

No es descartable tampoco la influencia del esfuerzo cortante en el caso anterior, precisamente en el encuentro de ambos paños. En tal caso la grieta o fisura se presenta prácticamente en la arista entre ambos.

La irregularidad de la fábrica no permite determinar con claridad si una hendidura próxima a una arista se debe a este motivo solo, al anterior, o a ambos a la vez. En cualquier caso, uno, otro o ambos a la vez constituyen la causa más frecuente de patología.

El cálculo para sustentar las anteriores hipótesis de la rotura debida a la dilatación o expansión potencial de los ladrillos cerámicos se basa en el procedimiento que a continuación se expone:

### Datos de partida

- Fábrica de 1 m de longitud, constituida por ladrillo cerámico macizo rejuntado con mortero de cemento. (Hipótesis favorable).
- Llagas bien rellenas. (Hipótesis desfavorable).
- Paño inmovilizado en sus dos extremos. (Hipótesis desfavorable).
- Índice de dilatación potencial recomendable del ladrillo cerámico: 0,15 ‰.
- Índice de dilatación potencial del ladrillo cerámico<sup>9</sup>: 1,93 ‰.
- Módulo de Elasticidad del ladrillo macizo,  $E_L$ : 150.000 kp/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de elasticidad del mortero,  $E_m$ : 150.000 kp/cm<sup>2</sup>. (Hipótesis desfavorable).
- Resistencia a compresión del ladrillo macizo,  $R_{ck}$ : 200 kp/cm<sup>2</sup>. (Hipótesis favorable).





Fig. 9. Detalle de la fig. 8. Obsérvese que el grueso de la plaqueta y del mortero es del orden de 3,5 a 4,5 cm

### Estimación

La dilatación normal de la fábrica sería de 0,15 mm; en cambio la dilatación o expansión potencial alcanzaría 1,93 mm. Las tensiones internas de compresión serían, respectivamente, para la dilatación normal,

$$\sigma_{dn} = 0,15\% \times 150.000 \text{ kp/cm}^2 = 22,5 \text{ kp/cm}^2$$

Y para la dilatación potencial,

$$\sigma_{dp} = 1,93\% \times 150.000 \text{ kp/cm}^2 = 289,5 \text{ kp/cm}^2 > 200 \text{ kp/cm}^2 = \text{ROTURA}$$

### Discusión

Se han manejado tres hipótesis desfavorables y dos favorables.

a) En primer lugar, en realidad las llagas no suelen estar bien llenas, y por lo tanto la superficie de contacto entre cada testa de ladrillo y su mortero interpuesto es menor que la superficie de la testa. Ello implica que probablemente el mortero llegue a plastificarse, absorbiendo así, al menos parcialmente, la dilatación del ladrillo.

b) En segundo lugar, la coerción del paño en sus extremos no es más que parcialmente posible, y ello, en un grado incierto. Ello es el motivo de que sea raro encontrar grietas debidas al aplastamiento del ladrillo.

c) En tercer lugar el módulo de elasticidad del mortero  $E_m$ , puede abarcar una amplia gama comprendida entre 80.000 y 200.000 kp/cm<sup>2</sup>. La patología observada hasta ahora se circunscribe a muros de media asta de ladrillo cara vista, no portantes, en cuya confección no se presta atención a las características resistentes del mortero y en consecuencia al cuidado en su dosificación. Tal vez, a pesar de que la hipótesis manejada por comodidad es desfavorable, en realidad sí se cumple, debido a un malentendido exceso de celo: es evidente la necesidad de un mortero no rico en cemento para que su módulo de elasticidad  $E_m$ , sea bajo y no contribuya a agudizar el fenómeno.

d) La primera hipótesis favorable consiste en considerar que el ladrillo es macizo. En tal caso, las tensiones manejadas se distribuyen a lo largo de la soga, en toda la superficie de la testa.

Si por el contrario fuese perforado, se produciría a la altura de los tabiquillos de los canutos una reducción de superficie que se cifra en un 70%. Es evidente entonces la mayor concentración de tensiones que se produce en esa zona, lo que justifica el hecho de que la fisura o grieta en el ladrillo sea vertical -en la dirección de la perforación por tabla- y siempre desplazada entre 3 y 5 cm de alguna de las aristas del ladrillo.

En este caso, ciertamente, cabe la posibilidad de que los canutos del ladrillo estén también colmatados de mortero, pero como en el caso de las juntas, es muy improbable que ese relleno sea tan perfecto como para que los tabiquillos del canuto dejen de ser un punto débil.

e) La segunda hipótesis favorable consiste en suponer que la resistencia del ladrillo sea de 200 kp/cm<sup>2</sup>. Como se ha dicho, la patología estudiada hasta el momento se refiere a fábricas no resistentes de media asta de ladrillo cara vista, para las que no resulta demasiado relevante exigir gran resistencia al ladrillo.

### Conclusión

En cualquier caso, el anterior análisis tiene por objeto avanzar una explicación plausible para daños que se han venido produciendo de una manera inequívoca y con alguna frecuencia. Eso es lo que se ha procurado hacer, manejando las anteriores hipótesis, que en cada caso particular pueden ser comprobadas mediante ensayos de observaciones directas o de laboratorio.

En todos los casos que se ha tenido ocasión de analizar el ladrillo empleado presentaba buen aspecto general: era regular de tono y dimensiones, no tenía eflorescencias ni desconchaduras y no se apreciaba en él ningún síntoma patológico, salvo el debido a la dilatación o expansión potencial y éste, como se sabe, a posteriori: en una palabra, cumplía todas las condiciones exigibles a un ladrillo cerámico por la vigente legislación.

Otro tanto puede decirse sobre la ejecución: las juntas estaban aparentemente llenas, llagas y tendeles oscilaban entre 1 y 1,5 cm y, en general, eran regulares de dimensión. Sus morteros se resistían a ser rayados con una llave, indicio de su resistencia. En general, el trabajo de levante parecía cuidadoso.

Es precisamente esa riqueza excesiva en cemento del mortero la que a nuestro juicio, al reducir la deformabilidad de las fábricas, permite que las tensiones internas generadas por la dificultad de dilatar excepcionalmente aquéllas a causa de la dilatación o expansión potencial de la cerámica, terminen por traducirse en fracturas como las descritas. Si el ladrillo presenta esta característica, la fábrica genéricamente 'bien ejecutada' se debe fisurar.



Por contra, cuanto menor sea la riqueza del mortero y más defectuosa la ejecución, menor será el riesgo de fisuración.

Hemos entrecomillado la expresión 'bien ejecutada', porque, en general, se tiende a calificar así la operación de levante cuando coinciden dos circunstancias: la primera de ellas, es una correcta manufactura -y ello depende de la cualificación de los operarios- y la segunda circunstancia, es que el mortero presente una buena resistencia a la compresión, cualidad que se asimila a 'buena calidad'.

## POSIBLES SOLUCIONES DE INTERVENCIÓN EN ELEMENTOS DAÑADOS

En todos los casos vistos hasta el momento, el fenómeno había concluido y, en consecuencia, la fisuración y el agrietamiento podía darse ya por estabilizado.

La intervención recomendable entonces podría consistir en un sellado cuyas características correspondiesen con las condiciones del paño, sólo estéticas o también de impermeabilidad, en caso de que sea exterior. El carácter de inactividad de la grieta no parece exigir del sellado que presente especiales características de elasticidad.

También se considera que si el fenómeno aconteciese en un muro de carga, no serían de temer efectos perjudiciales para su comportamiento mecánico, y por lo tanto, una vez estabilizado el daño, procedería actuar de igual forma que en los precedentes casos.

Puede plantearse, en algunos casos, la sustitución de un ladrillo dañado por otro sano, limitándose el sellado al de las juntas abiertas en el mortero. Dada la situación de las grietas que suelen verse, sería una operación extensa y complicada de coste sólo justificado por notables exigencias estéticas.

Sin embargo, en el caso, menos frecuente pero también posible, como ha podido apreciarse precisamente en San Sebastián, de expansión potencial en la dirección del canto del ladrillo cerámico, no parece haber otra alternativa que la sustitución cuando la fábrica se halle tan sometida a presión que sea de temer su colapso por pandeo.

## CONSIDERACIONES FINALES

El hecho de que un ladrillo presente o pueda presentar dilatación potencial no debe ser un obstáculo para su empleo; si se manifiesta, es porque habrá sido inadecuadamente puesto en obra de acuerdo con sus características.

Ahora bien, no cabe por ello exigir responsabilidades, en primer lugar, si no se ha informado a los técnicos y constructores responsables de esa puesta en obra de la citada circunstancia; y en segundo término, porque aun no siendo extremo de obligado cumplimiento por parte del fabricante, éste no ha dado a conocer esas características de su producto que exigirían medidas peculiares o al menos no habituales.

Ante la evidencia de esa patología, tal vez cabría hablar de un traspaso de responsabilidad a la Administración, máxime cuando se tiene constancia de que el problema se conocía ya durante la redacción de la norma, y a pesar de ello se pasó por alto conscientemente, pues hubo una propuesta al respecto.

En cualquier caso, como medida preventiva basta con adoptar para el levante de fábricas un tipo de mortero que no dé lugar a esa coerción. Ello se conseguiría empleando morteros M-20 ó M-40 dosificados conforme a las recomendaciones de la tabla 3.5 de la NBE FL-90, 'Muros resistentes de fábrica de ladrillo', cuyo escaso contenido de cemento no obsta para conseguir fábricas de excelente resistencia, como puede comprobarse en los propios cuadros de la misma norma<sup>11</sup>.

Son conocidas en algunos ámbitos ciertas condiciones particulares de los áridos locales, tales como su irregularidad de forma debida a su procedencia del machaqueo y la abundante presencia de finos no arcillosos.

Ello conlleva dificultades de trabajabilidad de los morteros que suelen solventarse a menudo mediante una sobredosis de agua, compensada por otra de cemento. El resultado es un mortero excesivamente rico que, como hemos visto, favorecería este tipo de patología.

En tales casos convendrá echar mano de plastificantes en vez de acudir a tales excesos de dosificación e, incluso, recurrir al empleo de morteros de cal y cemento, de larga tradición en la edificación española y hoy casi en desuso<sup>12</sup>.

## NOTAS

1. BLACHÈRE, Gerard, *Savoir Bâtir*, Ed. Eyrolles, París, 1966. Se ha manejado la edición española, *Saber Construir*, Editores Técnicos Asociados S.A., 3ª edición, Barcelona, 1978.
2. Las siglas corresponden al CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS, organismo de investigación semipúblico, equivalente en cierto modo al Instituto Eduardo Torroja de Madrid.
3. La propia norma UNE 67.019/2R (experimental) citada en la NBE FL-90. Nada indica sobre la dilatación potencial, aunque una anterior redacción -UNE 67.019/78- sí hacía referencia a ella en su Art. 4.4.2; e incluso indicaba que el ensayo debía realizarse conforme a las especificaciones de la norma UNE 7.318, que no debió de ser tan siquiera publicada, pues no aparece en los catálogos. Tal vez fuera la que propuso el Prof. Lahuerta, bajo el nombre de UNE 7.269.
4. En cualquier caso, cabe señalar que las normas UNE no son de obligado cumplimiento.
5. Adoptado oficialmente por la Dirección de Obras del Ministerio de la Vivienda por O. M. de 1973/05/04 (B.O.E. de 1.973/05/13).
6. Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 136 Materiales Cerámicos de Arcilla Cocida para la Construcción, cuya secretaria desempeña HISPALYT.
7. Del orden de unos 150.000 kp/cm<sup>2</sup> (Nota del autor).
8. Se refiere al agua de adsorción (Nota del autor).
9. BLACHÈRE, Gerard, op. cit, pp. 133-134.
10. En informes técnicos precedentes hechos por el autor, fueron empleados los valores sugeridos por Blachère, comprendidos entre 1,5 ‰ y 3 ‰; pero en un contrainforme, el fabricante aportó el valor ahora manejado, de 1,93 ‰ obtenido de modo experimental por D. Federico de Isidro en el Laboratorio de Materiales de Construcción del CEU - Arquitectura, en Madrid. Puesto que se trata ya de un dato experimental, ha parecido oportuno su empleo en este informe, aunque corresponda a un tipo concreto de ladrillo comercial.
11. La nueva nomenclatura de los morteros (UNE 83.800/94: Morteros de albañilería: definiciones y especificaciones) haría que ahora se denominaran M-2 y M-4 respectivamente, pues las unidades pasan de ser kg/cm<sup>2</sup> a N/mm<sup>2</sup>. Es probable que en la siguiente redacción de la NBE-FL ya se emplee esa nomenclatura.
12. No obstante convendrá estudiar en esta recomendación la posible incompatibilidad de la fábrica con otras exigencias habituales como son la durabilidad o la impermeabilidad.
13. El principal inconveniente del empleo de cal en la confección de morteros es que se dilatan los plazos de endurecimiento.